

Aplicaciones didácticas del



Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Navarra

EDUCACIÓN AMBIENTAL Y APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

La educación ambiental promueve una educación en valores en torno al conocimiento y respeto del medio ambiente. La teoría del aprendizaje significativo está muy reconocida como base para fomentar el aprendizaje en el proceso educativo. Este artículo sintetiza el resultado de un proyecto de investigación en el que se han aplicado conjuntamente los conocimientos en educación ambiental, aprendizaje significativo y museología en el marco del Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Navarra. Como resultado, se ha propuesto una unidad didáctica dirigida a niños de 11-12 años para fomentar el aprendizaje del valor «respeto» y del significado del término «biodiversidad» mediante una visita al museo, y empleando herramientas de aprendizaje (como *Cmap Tools*, *webquest*, *m-learning*) vinculadas a las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

Por FERNANDO ECHARRI y JORDI PUIG I BAGUER

En las últimas décadas, el ser humano ha tomado más conciencia de que el modelo de desarrollo actual tiene consecuencias negativas sobre el medio ambiente, como la sobreexplotación de los recursos naturales y la contaminación. Pero estas consecuencias no sólo se han manifestado en el medio ambiente. El exceso de producción-consumo tiene también efectos sociales. Se afirma, por ejemplo, que ha promovido un modelo de sociedad donde de algún modo se valora más el «tener» que el «ser».

En el comienzo de la década de 1970, la Organización de las Naciones Unidas, preocupada por el aumento y agudización de algunos problemas ambientales, organizó la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano (Estocolmo, 1972), con el objetivo de buscar principios que inspirarán y guiarán la conservación y mejora del medio ambiente. En este foro surgió la educación ambiental, con el objetivo de ser la respuesta edu-



Fachada e interior del edificio del Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Navarra.

cativa a los problemas ambientales, y que evolucionaría con el paso de los años. En lo referente a nuestro país, en 1999 se publicó el *Libro blanco de la educación ambiental en España*, en el que se refleja, entre otros aspectos, la necesidad de introducir la educación ambiental en el sistema educativo (1999: 71).

Una de las aportaciones de particular interés para la educación ambiental ha sido la aplicación de la «teoría de la educación» de Novak (1977, 1990, 1998), que propone técnicas de enseñanza que continúan y desarrollan las propuestas por la teoría del aprendizaje significativo (Ausubel, 1968). Entre esas técnicas, destaca la utilización de mapas conceptuales durante el proceso de instrucción educativa. Las teorías de Novak y Ausubel han demostrado ser un instrumento eficaz para aumentar los conocimientos de los educandos e influir en sus conductas. Están basadas en la teoría del constructivismo humano y proponen una educación para fomentar cambios de conducta, de actitudes y de valores, que es uno de los fines principales de la educación ambiental.

La educación se ve fuertemente influenciada por los lugares en los que se desarrolla. Por ejemplo, la dimensión motivadora y vivencial que implícitamente contienen

El fomento de valores de educación ambiental puede provocar cambios actitudinales y comportamentales, y puede realizarse mediante métodos pedagógicos constructivistas basados en el aprendizaje significativo

todos los museos, debido a la presencia de objetos reales, permite diseñar y realizar en ellos actividades educativas con carácter propio, que transmitan el estado del conocimiento científico del momento a partir de sus colecciones, abriéndose a todo tipo de visitantes. El Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Navarra, de reciente creación (1998), ofrece la oportunidad de realizar, en y desde la universidad, el diseño y aplicación de programas educativos dirigidos a sus visitantes, universitarios o no. Por la naturaleza de sus colecciones, el museo permite incorporar a su actividad los objetivos y medios propuestos por la educación ambiental y el aprendizaje significativo, así como las posibilidades educativas que presentan las nuevas tecnologías de la información y comunicación (NTIC's) a través de la utilización de recursos y metodologías interactivas facilitadoras del aprendizaje, como el *m-learning* y la *webquest*.

Reuniendo todos estos «actores», y tras un trabajo de investigación y diseño edu-

cativo, se ha elaborado una propuesta de programa educativo en forma de unidad didáctica dirigida a lograr aprendizajes de más calidad, más duraderos, veraces en lo referente al conocimiento de las ciencias ambientales, y que influyan positivamente en las conductas de los educandos en materia ambiental. Más en concreto, la programación didáctica que se ha diseñado se centra en los contenidos ambientales relativos a la «biodiversidad» y al valor del «respeto», previstos en la legislación educativa formal para el tercer ciclo de Educación Primaria.

En resumen, el objetivo del proyecto de investigación que ha dado origen a este artículo es analizar las teorías constructivistas de aprendizaje significativo de Ausubel y Novak y el marco teórico de la educación ambiental, y emplearlas para desarrollar una unidad didáctica coherente dirigida a escolares de entre 11 y 12 años, que utiliza como recurso educativo los materiales disponibles en el Museo de Ciencias Naturales de la Uni-

versidad de Navarra y el conocimiento científico del momento. La elaboración de la unidad didáctica contempla, además, los avances educativos en el campo de las nuevas tecnologías, y se encamina a promover mejoras en las actitudes ambientales del educando.

La educación ambiental

Aunque existen numerosas definiciones de educación ambiental, se encuentra entre las más citadas la propuesta en la Conferencia Intergubernamental de Educación Ambiental (Tbilisi, 1977). La definición recoge la parte ambiental de la educación ambiental, pero también aborda la perspectiva social al hablar de relaciones sociales, cultura y valores: «El proceso a través del cual se aclaran los conceptos sobre los procesos que suceden en el entramado de la naturaleza, se facilitan la comprensión y valoración del impacto de las relaciones entre el hombre, su cultura y los procesos naturales, y sobre todo se alienta a un cambio de valores, actitudes y hábitos que permitan la elaboración de un código de conducta con respecto a las cuestiones relacionadas con el medio ambiente» (Conferencia de Tbilisi. Informe final, 1977).

Popularmente se considera que la educación ambiental nace como tal en la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano, celebrada en Estocolmo en 1972. Según se desprende de su Principio 19, puede entenderse que la educación ambiental es una educación en valores, aspecto en el que se insistirá en el siguiente apartado.

Desde su comienzo hasta la actualidad, y a través de las Conferencias Internacionales de Naciones Unidas celebradas en Belgrado, Tbilisi, Moscú, Río de Janeiro, Tesalónica, Johannesburgo, etc., la educación ambiental ha sufrido importantes cambios, que reflejan a su vez los que se han dado en los ámbitos científicos, políticos y sociales. La educación ambiental ha evolucionado desde su concepción inicial, donde el objetivo más destacado era la conservación del medio ambiente, hasta ir dando progresivamente una mayor relevancia al aspecto social que condiciona el modo de relacionarse con el medio.

En el caso de España, los objetivos de la educación ambiental aparecen recogidos en el *Libro Blanco de la educación ambiental* (1999: 28), y responden a los expresados en el informe final de la Conferencia de Tbilisi, de 1977. Se propone

que fomente, entre otros, los siguientes aspectos en los educandos: el espíritu crítico, la toma de decisiones, el cambio de comportamientos, la resolución de problemas, la participación ciudadana, la apertura interdisciplinar, la percepción del medio ambiente como un todo diverso y complejo, entender la educación ambiental como un proceso permanente, comprender el papel propio de la investigación científica y educativa, y la educación en valores.

La educación ambiental requiere de la acción formativa para la consecución de sus objetivos. Ésta es entendida como la capacitación de las personas para mejorar como seres humanos y como agentes de cambio social. Es necesaria una capacitación en conceptos, capacidades y destrezas para que las actitudes y valores se vean renovados en cada educando, y se promueva ese cambio.

Educación ambiental y educación en valores

Caduto (1992: 1) afirma que la crisis de valores personales y ambientales es una de las causas del origen de los problemas ambientales. Esta idea ha sido especialmente relevante para el diseño de la unidad didáctica que se ha propuesto como resultado del proyecto de investigación, recordando que a través de las diversas programaciones de la educación ambiental «se alienta un cambio de valores, actitudes y hábitos que permitan la elaboración de un código de conducta con respecto a las cuestiones relacionadas con el medio ambiente» (UNESCO, 1978).

En la relación entre valores y comportamiento, Kluckhohn (1957: 403) señala que: «Cualquier acto es visto como un compromiso entre la motivación, las condiciones de la situación, los medios dispo-



Visita de un grupo escolar al Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Navarra.

nibles y los medios y metas interpretados en términos de valores». Por su parte, Sureda y Colom (1989: 126) destacan que «los valores y la toma de decisiones son dos realidades que se presentan íntimamente ligadas y relacionadas». La toma de decisiones puede expresar cambios de conducta, promovidos por la educación ambiental.

Según estas ideas, parece sensato pensar que el fomento de los valores propuestos por la educación ambiental puede provocar cambios de actitud y de comportamiento. El fomento de estos valores puede realizarse mediante métodos pedagógicos constructivistas basados en el aprendizaje significativo.

Educación ambiental y aprendizaje significativo

La educación ambiental pretende el cambio de comportamiento de la población, pero a lo largo de estos años se ha demostrado la dificultad de alcanzar este objetivo, como se recoge en el *Libro Blanco de la educación ambiental en España* (1999: 4). Entre otras causas, es posible que deban mejorarse los métodos pedagógicos para producir los cambios de actitud propuestos.

El conocimiento del proceso de aprendizaje humano puede facilitar la promoción de dichos cambios. Su estudio se ha considerado fundamental en esta investigación. De ahí la atención prestada a la teoría del aprendizaje significativo propuesta por Ausubel (1968), a la que ya se hace una referencia concreta en el libro *Educación ambiental: principios de enseñanza y aprendizaje* (1.993: 31), aunque no se mencione explícitamente en él su relación con la educación ambiental.

La teoría del aprendizaje significativo (Ausubel, 1968) es un marco teórico que ha demostrado su efectividad para mejorar el aprendizaje (Mayer, 2004). La teoría de Ausubel es reafirmada y considerada como eje central de la teoría de la educa-

ción propuesta por Novak (1977; 1990; 1998). Esta última teoría está basada en la epistemología, que estudia la naturaleza del conocimiento y del aprendizaje humano. Pero por lo que más interesa detenerse en ella es porque, en su ponencia *A theory of education as a basis for environmental education* (1978), Novak plantea una relación explícita y desarrollada entre la educación ambiental y su teoría de la educación. Novak presenta su teoría como una herramienta pedagógica que promueve los conocimientos, destrezas, valores y actitudes planteados por la educación ambiental.

La teoría del aprendizaje significativo se centra fundamentalmente en evitar los conocimientos no comprensibles, es decir, en intentar que el educando descubra un significado a los conceptos que aprende, de manera que se puedan relacionar adecuada y coherentemente con los conceptos ya aprendidos con anterioridad, presentes en su estructura cognitiva. El aprendizaje significativo es opuesto al

aprendizaje sólo memorístico, en el que el educando puede no dar significado a lo que aprende. La teoría destaca la importancia del papel activo del aprendiz, responsabilizándole en su propio proceso pedagógico.

Novak añade a lo anterior la eficacia de comprometer al educando mediante el componente emocional (Novak, 1978). La hipótesis de fondo sostiene que si se consiguen aprendizajes más significativos, que integren el factor emocional, será más fácil promover los cambios en las actitudes propuestos por la educación ambiental. Así se impulsará una educación que integre adecuadamente «pensamiento, sentimiento y acción» (Gowin, 1981: 11).

Novak (1998: 22) se detiene en cinco de los elementos que influyen en la educación: contexto, currículum, profesor, aprendiz y evaluación. Entiende que todos ellos deben estar encaminados a facilitar en un primer momento el aprendizaje de conceptos. Para ello reconoce que en la planificación del currículum es clave el análisis de la disciplina para identificar los conceptos más significativos. Pero al mismo tiempo considera que en la planificación de la instrucción los alumnos también son un elemento clave. Todos estos factores han sido tenidos en cuenta en el diseño de la unidad didáctica que reúne los resultados del proyecto de investigación.

La aparición de la teoría del aprendizaje significativo ha conllevado el estudio pormenorizado de técnicas y variables que puedan facilitar el aprendizaje. La Tabla 1 recoge las que se han considerado en el proyecto de investigación, basadas en las propuestas por Mayer (2004)¹.

Tabla 1. Técnicas y variables que pueden facilitar el aprendizaje significativo

<ul style="list-style-type: none"> ■ Dar retroalimentación productiva al alumno.
<ul style="list-style-type: none"> ■ Dar actividad, concreción y familiaridad.
<ul style="list-style-type: none"> ■ Explicar con ejemplos.
<ul style="list-style-type: none"> ■ Guiar el procesamiento cognitivo durante el aprendizaje.
<ul style="list-style-type: none"> ■ Fomentar las estrategias de aprendizaje que faciliten «aprender a aprender», como el mapa conceptual.
<ul style="list-style-type: none"> ■ Fomentar estrategias de resolución de problemas.
<ul style="list-style-type: none"> ■ Aprendizaje cooperativo: llamado así por Slavin (1990: 238).
<ul style="list-style-type: none"> ■ El trabajo abierto.
<ul style="list-style-type: none"> ■ La motivación.
<ul style="list-style-type: none"> ■ El medio.
<ul style="list-style-type: none"> ■ La creatividad.

(1) Ballester (2002) recoge el descenso en la conflictividad de las aulas registrado en varias experiencias de aprendizaje significativo en centros docentes. Entre otras causas, puede responder a que la figura de autoridad del docente cambia, transformándose de ser una autoridad por «posición» (yo soy el maestro y tú el alumno) a una autoridad por «conocimiento y ayuda» (yo soy quien puede ayudarte, si tú quieres).



Age Fotostock

Los mapas conceptuales son una herramienta pedagógica «de representación del conocimiento» (Novak, 1998: 21) que, en general, se utiliza para ayudar a conseguir un aprendizaje más significativo, ayudando a sistematizar y estructurar la información

Mapas conceptuales

Son una herramienta pedagógica «de representación del conocimiento» (Novak, 1998: 21) que merece una atención específica. En general, se utilizan para promover un aprendizaje más significativo, ayudando a sistematizar y estructurar la información. Según Ballester (2002), el mapa conceptual «es el instrumento más adecuado para producir el aprendizaje significativo, ya que en él los conceptos que se presentan están conectados con una coherencia interna y una conexión adecuada».

El aprendizaje, para que sea significativo, debe asimilar nuevos conceptos, incluyéndolos en la estructura cognitiva existente y reorganizándola, en vez de que permanezcan aislados, memorizados y finalmente olvidados. En los mapas conceptuales los conceptos están

unidos formando proposiciones que son características para cada individuo. Es debido a esta circunstancia que se utilizan también para reflejar si se está produciendo un aprendizaje significativo (figura 1). Los mapas conceptuales presentan numerosas ventajas descritas, entre otros, por Ballester (2002) y Aguirre y Vivas (2006), de las que destacamos las siguientes:

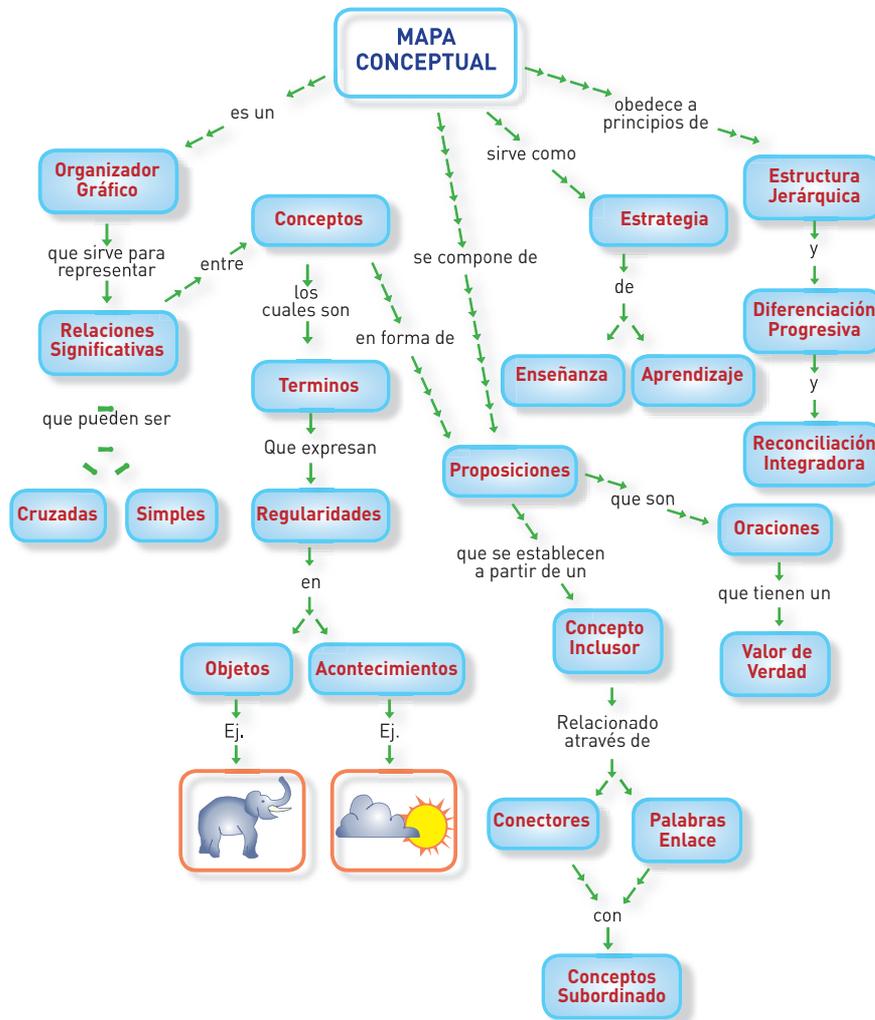
- Mejoran la calidad educativa.
- Mejoran el rendimiento académico.
- Ayudan a que el alumno sea más consciente de lo que aprende, lo cual le motiva a su vez a aprender.
- Facilitan la cooperación y el trabajo en equipo.
- Su confección obliga al alumnado a implicarse en la tarea de elaborarlo.
- Se crea en el aula un clima participativo y democrático.

- El alumnado aprende a aprender, por lo que puede extrapolar luego su aprendizaje.
- Pueden ser empleados como técnica e instrumento de evaluación, al permitir evaluar la comprensión (o no) del concepto dado.

Los mapas conceptuales, además, pueden ser buenos aliados en la consecución de varios objetivos específicos de la educación ambiental, como la educación en la toma de decisiones (González y Novak 1993: 95), en la resolución de problemas (Novak, Gowin y Johansen 1983, en González y Novak 1993: 96) y el fomento de las actitudes propuestas por la educación ambiental (Edward y Fraser 1983, en González y Novak 1993: 96; Brumsted 1990, en cita de González y Novak 1993: 96).

Figura 1. Mapa conceptual.

Fuente: Ramírez de M. y Sanabria (2000).



estudio de la museología como marco teórico de conceptualización. Al integrar las aportaciones de la museología con las de la educación ambiental y el aprendizaje significativo, se ha detectado un conjunto de conceptos, características y propuestas en común entre estos tres marcos teóricos, recogidos en la Tabla 2.

Las NTIC's como recurso educativo

Los recursos que se prevé utilizar en la programación educativa son, sin duda, un aspecto clave en la educación. Según qué recursos se empleen se favorecerá más o menos que los aprendizajes sean significativos, con independencia de la metodología que se emplee en cada caso, ya que a través de los recursos podremos favorecer más, por ejemplo, la motivación o la creatividad.

Posiblemente una de las características definitorias de la sociedad actual es la implantación progresiva y creciente de las nuevas tecnologías de la información y comunicación (en adelante NTIC's). Es-

(2) La difusión a través de Internet del museo y de su catálogo se realiza por medios de un enlace directo («Museo de Ciencias») en la página web de la Universidad de Navarra (<http://www.unav.es>).

El Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Navarra

El denominado Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Navarra, inaugurado en 1998, está formado, en lo referente a su exposición, por varias colecciones, presentadas en vitrinas, de seres vivos naturalizados, conchas y minerales, de distinta procedencia, hasta un total de 9.014 objetos². Se ha creado con una vocación divulgativa y didáctica, de modo que sea accesible a todas las personas que deseen visitarlo.

La decisión de utilizar este recurso como espacio y recurso educativo para la unidad didáctica diseñada ha exigido el



Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Navarra. Exposición mediante vitrinas de objetos reales correspondientes a animales disecados y naturalizados, que permiten realizar la educación vivencial. (Fuente TVE).

Tabla 2. Puntos en común de los marcos teóricos Museología, Educación Ambiental y Aprendizaje Significativo.

Museología	Educación Ambiental	Aprendizaje Significativo
Interactividad, contacto físico con el objeto, libertad de movimiento, que promueven la educación vivencial y afectiva.	Participación del educando, promoviendo la educación vivencial.	Promoción de las metodologías activas y vivenciales. El componente emocional puede aumentar los aprendizajes significativos.
Actividades para dar a conocer a la sociedad los contenidos de la ciencia y la técnica.	Contenidos referidos a mayor conocimiento del medio ambiente.	Aprendizaje por medio de actividades.
Considerar la edad a la que se dirigen los programas museológicos.	Considerar la edad a la que se dirigen los programas de educación ambiental.	Considerar la edad a la que se dirigen los programas educativos.
Partir del conocimiento del público visitante.	Partir del contexto sociocultural de la población, adaptando los contenidos a esa realidad.	Partir de los conocimientos previos del educando.
Concepto de patrimonio inmaterial, que incluye los valores.	Educación en valores ambientales.	Educación en valores, entre los que se incluyen los ambientales, a veces a través del currículo oculto.
Búsqueda de información mediante exposición de objetos sin etiquetas o con información incompleta.	Búsqueda de información y discriminación crítica de la misma.	Cada persona construye su conocimiento seleccionando la información que tiene significado para ella.
Museo como facilitador: pone a disposición del usuario información.	Educadores ambientales como facilitadores y dinamizadores del conocimiento ambiental.	Docente como facilitador de aprendizajes.
Procesos de aprendizaje seductores, poderosos y apasionantes.	Los aprendizajes de contenidos ambientales y cambios de conducta se favorecen con la motivación.	El aprendizaje significativo se favorece con la motivación.
Utilizar la cultura en los aprendizajes, integración de ciencia en cultura de manera holística y multidimensional.	Integralidad, interdisciplinaridad, contenidos de integración del medio social y del medio natural.	Contenidos integrales pueden favorecer la transferencia o generalización y la detección de errores conceptuales.
Ambiente lúdico. Contexto de diversión, inspiración, creatividad.	Utilización de juegos de simulación como metodología.	Juego como metodología educativa. Por ejemplo, «búsqueda del tesoro». Puede promover aprendizaje significativo.
Procesos de aprendizaje en el museo para cualquier edad.	Educación permanente orientada hacia el futuro.	<i>Lifelong learning</i> , aprendizaje durante toda la vida.
Relaciones entre conceptos. Pensamiento no lineal o complejo.	Complejidad, integralidad, toma de decisiones, espíritu crítico.	Multirrelacionalidad. Utilización de mapas conceptuales para su representación.
Ámbito de actuación: educación formal, no formal e informal.	Ámbito de actuación: educación formal, no formal e informal.	Ámbito de actuación: educación formal, no formal e informal.
Aprendizaje a nivel local y universal.	Piensa globalmente, actúa localmente.	Buscar contenidos del entorno inmediato del educando y después generalizar.
Subjetividad en los aprendizajes, de acuerdo con cada experiencia personal y cada estructura cognitiva. «Favorecen la capacidad de pensar críticamente» (Hernández, 2004).	Espíritu crítico personal que determine la toma de decisiones.	Subjetividad en los aprendizajes, de acuerdo con cada experiencia personal y cada estructura cognitiva.
Complejidad e integralidad de los contenidos.	Complejidad e integralidad del medio ambiente.	Multirrelacionalidad de los contenidos.
Itinerarios libres para los visitantes.	Libertad en la toma de decisiones y solución de problemas.	Personalización del aprendizaje. Divergencia de contenidos.
Necesidad de investigación.	Necesidad de investigación.	Necesidad de investigación.
Importancia de los procesos de comunicación.	Educador ambiental como comunicador.	Utilizar los centros de interés del educando.
Estudios sobre el público.	Estudios sobre comportamientos, percepciones sobre el medio ambiente.	Estudios de aplicaciones constructivistas. Conocimiento de ideas previas.
Adaptación a la edad del público.	Adaptación a la edad del usuario de programas ambientales.	Adaptación al estado de desarrollo psicoevolutivo del educando.
Adaptación a la diversidad del público.	Adaptación a la diversidad del público.	Personalización de los aprendizajes, divergencia de los contenidos.
Presencia de objetos reales.	Experiencias reales pueden aumentar las actitudes favorables al medio ambiente.	Experiencias reales pueden aumentar la motivación, emoción y el aprendizaje significativo.
Exposición didáctica: facilita el proceso de aprendizaje.	Didáctica: facilita el proceso de aprendizaje, por ejemplo con la educación vivencial.	Técnicas para aprender a aprender, como los mapas conceptuales.

Para este trabajo se pretende aprovechar algunas de las posibilidades educativas que presentan las nuevas tecnologías, para incorporarlas a la unidad didáctica propuesta

gías van a ir ganando terreno inevitablemente en los museos, puesto que consiguen lo que demanda la sociedad: «fácil asimilación, entretenimiento, aprendizaje y sorpresa». Almazán y Álvarez (2005) consideran que con la aparición de las NTIC's se aumenta la interactividad y la participación del espectador.

La utilización de las NTIC's en un museo debería realizarse dentro de la programación de un proyecto pedagógico, pues sus aportaciones a la educación no son automáticas y, de ser mal empleadas, podrían tener consecuencias poco positivas en el aprendizaje, como la dispersión del educando, por citar una. Además, las NTIC's no sólo pueden mejorar el proceso educativo, sino que «pueden ayudar a replantear el acto didáctico y a buscar nuevas formas de abordarlo, diseñarlo y desarrollarlo» (González, 2007: 219). La irrupción de las NTIC's ofrece al docente un nuevo modo de actuar como «facilitador de aprendizajes», en expresión propia también de la teoría del aprendizaje significativo.

En la unidad didáctica propuesta como resultado del proyecto de investigación se incorporan algunas de las posibilidades educativas que presentan las NTIC's. En concreto, se han utilizado los siguientes recursos: *Cmap Tools*, *m-learning* y *webquest*.

Cmap Tools

La generación de recursos educativos en Internet ha llegado también al terreno de los mapas conceptuales. Estos mapas, ya descritos en este artículo, son herramientas propuestas desde los desarrollos de la teoría del aprendizaje

ta implantación ha conducido a que se emplee la expresión «sociedad de la información» para referirse a ella, según denominación de Bell y Touraine en los años 70 (Cabero, 2007). A pesar de que la denominación NTIC's se emplea ya con la aparición de los medios audiovisuales (la televisión) en los años 60 (Chacón, 2007), se estima que el comienzo del gran desarrollo en la utilización y potencialidad de las NTIC's coincide con la aparición de In-

ternet en 1969 (Cabero, 2002a) y su desarrollo a partir de los años 90 (Bellido, 2001: 64). Desde esa fecha hasta la actualidad, Internet se ha incorporado rápidamente a numerosos aspectos de la vida cotidiana, tanto sociales como individuales.

Durante los últimos años las NTIC's se han implantado paso a paso en numerosos ámbitos culturales y sociales, como la museología, la educación o el ocio. Bellido (2005) cree que las nuevas tecnolo-

significativo. Para facilitar su construcción existen numerosos programas informáticos (Rovira, 2005). De entre ellos, se ha escogido el desarrollado por el Institute for Human and Machine Cognition (IHMC) de Florida, ya que es el que más aparece citado en la bibliografía que trata sobre aprendizaje significativo³.

Cmap Tools permite la conectividad a la *World Wide Web* para proveer nuevas posibilidades de aprendizaje y conocimiento colaborativo. En concreto, si el creador del mapa así lo quiere, sus mapas conceptuales pueden ser «vistos» por parte de otros usuarios desde cualquier parte del mundo, e incluso éstos pueden realizar sus modificaciones y aportaciones.

Debido a su concepción hipertextual, *Cmap Tools* permite realizar enlaces entre los conceptos del mapa que se elabora y otros recursos como «fotos, imágenes, gráficos, videos, cartas, tablas, textos, páginas de la WWW u otros mapas conceptuales» (Novak y Cañas, 2004) situados en cualquier lugar en Internet. Los enlaces a estos recursos aparecen como iconos debajo de los conceptos que conforman el mapa conceptual, de manera que el usuario puede decidir qué enlace quiere examinar. Al dotar de significado a los enlaces, por estar incluidos en un mapa conceptual, se evita el problema del usuario que no sabe hacia dónde va, qué va a encontrar en el nuevo sitio al que accede y qué caminos relacionados puede visitar, avanzando en la línea de lo propuesto para la futura *Web 3.0*.

Webquest

Fueron desarrolladas en 1995 por Dodge y March (Dodge, 2001). Como su nombre indica⁴, es una herramienta de aprendizaje que utiliza, al menos parcialmente, la búsqueda de información de recursos existentes en Internet para posteriormente «organizarla, transformarla y producir nueva información» (Adell, 2004) (Figura 2). La respuesta «no está en la red y hay que



Figura 2. Webquest diseñada para la unidad didáctica «Respeto y Biodiversidad».

buscarla, hay que fabricarla» (Barba, 2002). Dodge (2001) señala que la metodología que utiliza es la de «indagación/investigación» y que además busca un uso eficiente del tiempo de los alumnos, así como desarrollar «su pensamiento en los niveles de análisis, síntesis y evaluación». Además contempla el trabajo cooperativo, con lo que Barba (2002) cree que así se trabajan las «capacidades cognitivas de los alumnos». También afirma (2002) que las *webquest* pueden aplicarse como herramienta educativa en «todos los niveles y para todas las materias».

Garzo (2004) estima que la metodología *webquest* tiene una serie de ventajas importantes:

- Integración de las NTIC's en el currículo de los alumnos, pudiendo sustituir o complementar otras metodologías en relación a algunos temas.
- Motivación más fácil por parte del profesorado de cara a algunos temas más difíciles de abordar.
- Posibilidad de crear materiales propios en función de los intereses del profesorado y del alumnado.
- Permiten respetar diferentes ritmos de trabajo por parte del alumnado.
- Facilitan el acceso a la información de una forma más rigurosa que la búsqueda «por libre».

- Permiten seleccionar el nivel de dificultad del trabajo y la complejidad del mismo.
- Facilitan la puesta en común de las conclusiones a las que han llegado los alumnos.

m-learning

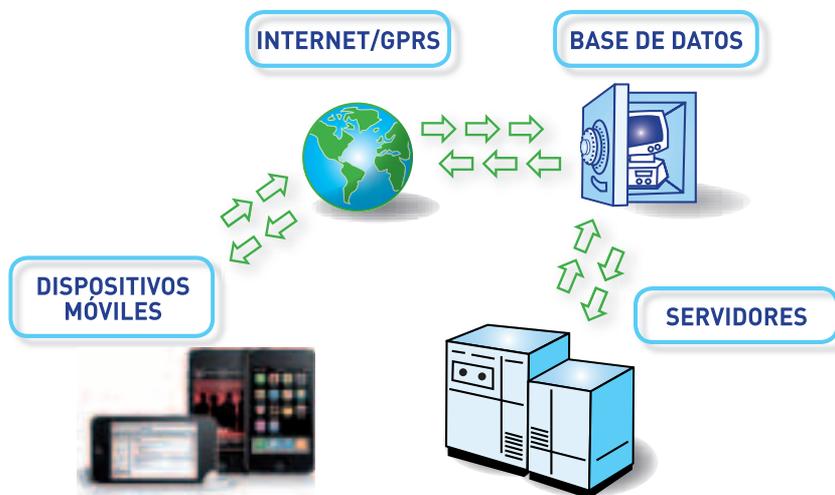
Es el aprendizaje que utiliza recursos tecnológicos móviles, como teléfonos móviles, PDAs o *tablet-PCs* (Figura 3). Correa e Ibáñez (2005) pronostican que «en breve la diseminación de la tecnología *m-learning* a través de dispositivos móviles irrumpirá con fuerza en el ámbito museístico». Estos autores (2005) consideran que posee varias ventajas:

- Se accede a las posibilidades de Internet «en mano».
- Permite las aplicaciones tecnológicas en la construcción del conocimiento.
- Permite la interactividad entre aprendices y objetos de conocimiento.

(3) Este programa tiene el nombre de *Cmap Tools* (Cañas et al., 2004) y está disponible en el sitio: «<http://cmap.ihmc.us>», siendo de uso libre y gratuito. Su misma naturaleza de *software* compartido o «libre» permite presentarlo como el fruto de valores que también interesa transmitir como objetivos propios en un contexto de educación ambiental, como los de solidaridad, igualdad, libertad y cooperación (Adell y Bernabé, 2007).

(4) El término *quest* significa búsqueda en inglés.

Figura 3. Arquitectura de acceso a los contenidos (Bottentuit, 2006).



- Mejora y desarrolla la tarea de mediación interpretativa del museo.
- Permite trabajar individual y cooperativamente.
- Permite trabajar dentro y fuera de recintos cerrados.
- Permite dar respuestas personalizadas a los interrogantes de cada visitante.
- Permite la integración del contexto real y del contexto virtual (*virtual context and real place*).
- Da información *just in time* que trasciende la mera observación del objeto.

Estos dos recursos educativos (*m-learning* y *webquest*) pueden integrarse en la propuesta educativa, al igual que el empleo de *Cmap Tools*. Como proponen Correa e Ibáñez (2005) y Bottentuit et al. (2006) en sus trabajos, esta integración se realiza de forma coherente con el proceso de investigación que conduce a la adquisición del conocimiento. En el caso de la programación propuesta por el proyecto de investigación que recoge este artículo, el *m-learning* se utiliza para el acceso a una *webquest*. La variación respecto a una *webquest* tradicional reside en la integración de la tecnología móvil. Esta circunstancia permite, según Bottentuit et al. (2006), «una mayor movilidad que los ordenadores per-

sonales, haciendo que los alumnos puedan trabajar colaborativamente, llevando los aparatos al lado de las especies encontradas, de forma que pueden comparar la teoría y la práctica».

Propuesta de programación didáctica: unidad didáctica significativa «Respeto y Biodiversidad»

La aplicación conjunta de los marcos teóricos descritos se ha materializado en el proyecto de investigación en una propuesta didáctica concreta, desarrollada en forma de unidad didáctica destinada al grupo de edad comprendido entre 11-12 años, correspondiente al tercer ciclo de Educación Primaria contemplado en el sistema educativo formal vigente en España, regulado por la Ley Orgánica 2/2006 de Educación (LOE).

La razón principal para elegir esta edad ha sido buscar una mayor eficacia formativa. Dos autores autorizados como Piaget e Inhelder (1980: 151) sostienen que a los 11-12 años de edad se cambia desde una estructura mental denominada «de operaciones concretas», basada en el pensamiento inductivo que surge utilizando objetos concretos, a una nueva estructura que se construye a partir de la anterior, denominada de «operaciones

formales», que continuará «a lo largo de la adolescencia y vida posterior» (Piaget e Inhelder, 1980: 151). Esta etapa se caracteriza principalmente porque la persona evoluciona del pensamiento inductivo al deductivo, y del pensamiento concreto al abstracto⁵. Precisamente por esta circunstancia, puede ser una edad donde sea conveniente potenciar la educación que ayude al alumno a desarrollar su propio sistema de valores⁶.

Nuestra propuesta didáctica ha escogido un valor básico a aprender para la convivencia, el respeto, y un concepto muy significativo para el medio ambiente, la biodiversidad. El valor «respeto» es señalado en ocasiones como «respeto-tolerancia» (Bolívar, 1995, Lucini, 1994: 143, González, 2000: 58), y de él deben emanar actitudes de respeto-tolerancia concretas, reflejadas en «situaciones, objetos, sucesos o personas» (Coll, 1987: 139).

Los contenidos comprendidos en el término «biodiversidad» se han escogido por su atractivo para los alumnos. Zabala (1997) destaca la motivación que para ellos presenta el conocimiento del entorno próximo y de alguno de los grandes problemas ambientales, como la pérdida de biodiversidad.

Este problema ambiental concreto puede enfocarse desde la perspectiva local, pero también desde la compleja y holística, entendiéndose como un problema global, del planeta. El Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Navarra permite, a través de sus recursos, que este contenido pueda ser tratado en la propuesta didáctica según las dos perspec-

(5) Caduto (1992: 33) afirma que los 11-12 años (aunque puede existir una fase de transición) es el límite de los alumnos «moralmente dependientes», que son los que «no han desarrollado todavía una capacidad de razonamiento cognitivo y moral, ni un sistema ético personal».

(6) En cualquier caso, la unidad didáctica está diseñada de forma que sea eficaz para el grupo al que se destina, se esté de acuerdo o no con las apreciaciones de Piaget e Inhelder,

tivas. De manera local, fomentando el conocimiento de los seres vivos más cercanos al entorno próximo del alumnado. De manera global, gracias a que el museo puede mostrar restos preparados de seres vivos pertenecientes a distintas partes del mundo.

Objetivos que se propone la unidad didáctica

Se proponen, entre otros, los siguientes:

- Conocer y profundizar sobre la pérdida de biodiversidad que se produce en el planeta e investigar sobre

sus posibles causas y soluciones.

- Descubrir y tomar conciencia de cómo el ser humano tiene la capacidad de modificar, favorable o desfavorablemente, los ecosistemas, es decir, adquirir la conciencia de las posibles incidencias de las propias actitudes y comportamientos habituales sobre el equilibrio del entorno.
- Buscar e interpretar información sobre biodiversidad y propiciar el pensamiento crítico acerca de normas, criterios y orientaciones para la toma de decisiones que ayuden a

la solución de los problemas del medio ambiente.

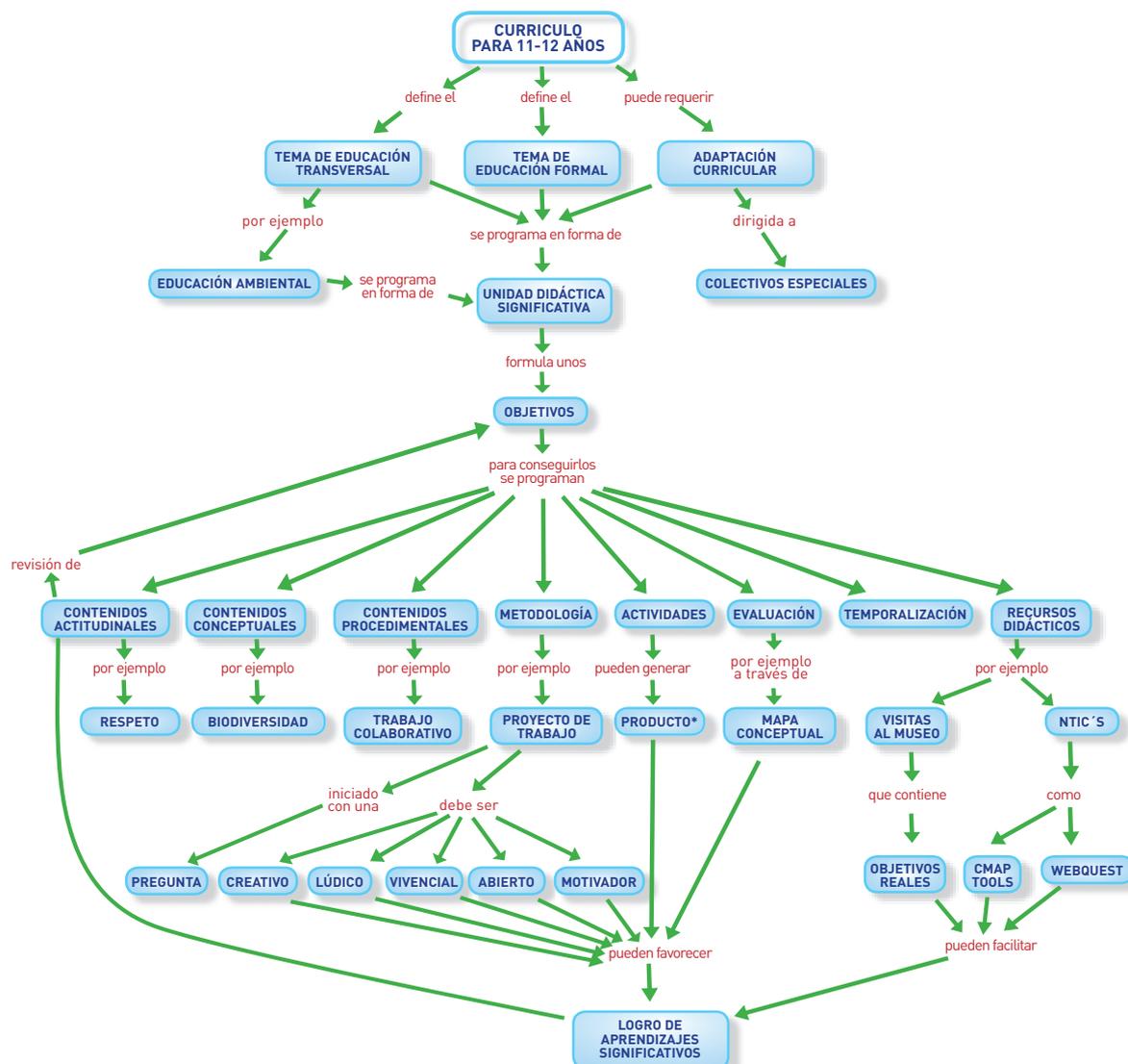
- Fomentar la educación ambiental a través de contenidos ambientales, como los involucrados en el concepto «biodiversidad» y en el valor «respeto».

Estructura de la unidad didáctica significativa

La estructura de unidad didáctica significativa (Figura 4) se representa en forma de mapa conceptual, basada en la propuesta por Ballester (2002).

Figura 4. Estructura de una unidad didáctica significativa, expresada simplificada a través de un mapa conceptual (adaptado de Ballester, 2002).

* Se denomina producto al material producido por el educando.



Contenidos de la unidad didáctica. El clima educativo

La unidad didáctica tiene como contenidos generales el «respeto y la biodiversidad», desglosados y clasificados en la Tabla 3. Especial atención se otorga en el diseño de la unidad didáctica al clima educativo para que fomente eficazmente el contenido actitudinal «respeto». Por

«clima educativo» se hace referencia a «las características culturales y organizativas que definen a cada centro docente» (Bolívar, 1995: 194). Por extensión, puede aplicarse al clima generado por cada docente en particular.

No es frecuente encontrar reflejados explícitamente aspectos del «clima» en una unidad didáctica. Ni es fácil discernir si el

mismo clima es un contenido a transmitir, o bien sólo una metodología para asegurar la adopción o aprendizaje de los contenidos conceptuales, actitudinales y procedimentales. Pero no cabe duda de que el clima educativo puede influir directamente en el aprendizaje de algunos contenidos, sobre todo actitudinales. Zabala (1997: 86) estima que hay que prestar aten-

Tabla 3. Contenidos unidad didáctica «Respeto y Biodiversidad»

Contenidos conceptuales Basados en el DF 24/2007	Contenidos procedimentales Basados en el DF 24/2007	Contenidos actitudinales Basados en Rico (1992) y Lucini (1990, 1994)	Curriculum oculto Basados en Bolívar (1995)
<ul style="list-style-type: none"> ▮ Evolución. ▮ Los seres vivos de nuestro entorno: animales y plantas. ▮ Los seres vivos del mundo. ▮ El hábitat. ▮ Ecosistema. ▮ La acción humana en el ecosistema. ▮ La biodiversidad. Pérdida de biodiversidad: causas y posibles soluciones. 	<ul style="list-style-type: none"> ▮ Búsqueda de información sobre los seres vivos y sus condiciones de vida. ▮ Sensibilidad por la precisión y el rigor en la observación de animales y plantas y en la elaboración de los trabajos correspondientes. ▮ Uso de técnicas básicas de trabajo en equipo. ▮ Aplicar las técnicas de la entrevista. ▮ Manejo de PDA. ▮ Manejo de entornos de <i>webquest</i>. ▮ Manejo de navegadores de Internet. ▮ Selección crítica de información. ▮ Toma de decisiones. ▮ Resolución de problemas. ▮ Realización de mapas conceptuales. ▮ Defensa de las ideas propias. 	<ul style="list-style-type: none"> ▮ Valoración y respeto frente a todas las manifestaciones de vida que descubrimos en nuestro entorno. ▮ Comprensión, aceptación y respeto hacia los demás y hacia sus derechos fundamentales. ▮ Atención, escucha y diálogo como medios y como clima fundamental en el que han de desarrollarse las relaciones interpersonales y la resolución de conflictos. ▮ Sensibilidad, apertura y flexibilidad ante las aportaciones y las opiniones de otras personas. ▮ Interés y respeto por la diversidad y el rechazo hacia todo tipo de discriminaciones personales. ▮ Aceptación y respeto hacia la identidad, las características y las cualidades de las personas con las que nos relacionemos. ▮ Rechazo de la agresividad, verbal y gestual, en nuestras relaciones y ante toda situación de conflicto. ▮ Respeto, consideración y cuidado de los bienes y servicios que recibimos, y, en concreto, que nos brinda el medio escolar y el museo. ▮ Participación responsable en la toma de decisiones del grupo. ▮ Defensa de las ideas propias. ▮ Todos los alumnos participarán en todas las actividades escolares y serán valorados, sin discriminación, en sus aportaciones originales. ▮ Siempre se respetarán las opiniones o puntos de vista personales. El material escolar será compartido por todos los componentes del grupo de clase. ▮ Respeto del silencio en los momentos de trabajo personal. ▮ Respeto de las normas existentes en el museo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▮ Todos los alumnos son respetados por igual. ▮ Los profesores tratan a los alumnos como personas, no sólo en su actuación como alumno, sino también en los asuntos personales. ▮ Los profesores se respetan entre sí. ▮ Los alumnos sienten que los profesores no están «enfrente de ellos», sino «con ellos». ▮ Existe confianza, en el sentido de que «lo que se dice, se hace». ▮ Los alumnos están seguros de que los profesores estarán dispuestos a escuchar sus puntos de vista. ▮ Los profesores buscan que los alumnos se entusiasmen con el aprendizaje. ▮ Los alumnos sienten que se les tiene en cuenta en el centro escolar. ▮ Cuando surge un problema existen procedimientos para resolverlo. ▮ Se anima a los alumnos a ser creativos y no rutinarios. ▮ El centro es un lugar agradable porque me siento querido y necesitado. ▮ La mayoría de las personas del centro son amables.



Las metodologías, principios y enfoques educativos vistos, obtenidos de diferentes marcos teóricos complementarios, van a integrarse en un trabajo práctico en el museo que sea de interés para el alumno y que implique una búsqueda de información utilizando las NTIC's

ción a las relaciones alumno-profesor y alumno-alumno que se establecen en el contexto de la comunidad educativa, ya que ayudan a conformar el «clima» escolar y pueden ser «una de las piezas clave de la configuración de los valores y las actitudes personales», pues estas relaciones pueden convertirse en fuente de «modelos» de actitudes concretas para los alumnos.

Metodología

Para esta unidad didáctica que se propone se han utilizado las siguientes metodologías, principios y enfoques educativos, extraídos de los marcos teóricos que se indican en cada uno de los siguientes puntos:

- De la educación ambiental: se recurre a una educación activa, vivencial y afectiva, que utilice la resolución de problemas estructurada en un «pro-

yecto de trabajo práctico» (Porlán et al., 1992: 37), donde «los contenidos se organizan en torno al estudio de una situación problemática para los alumnos» (Mena, 1999: 26). El componente vivencial, en este caso, incluye una visita al museo, adecuada para la Educación Primaria (Gervilla, 1997: 47).

- De la educación en valores: se promueve mediante el aprendizaje basado en actividades prácticas (Caduto, 1992).
- De la museología: se aprovechan los objetos museológicos y su potencial para promover el aspecto vivencial de la educación en el museo, así como para apoyarse en el componente afectivo del aprendizaje.
- De las NTIC's: se emplea el recurso *webquest* para la resolución de un pro-

blema, que requiere de la búsqueda de información. Por lo tanto, se propone una metodología activa potenciada por este recurso, que incluye trabajo colaborativo, investigación, heurística y juego.

- Del aprendizaje significativo: se plantea un problema de modo que se pone en marcha «un proceso de aprendizaje por descubrimiento» (Ausubel, 1976: 75), en el cual el alumno «relaciona intencionada y sustancialmente proposiciones de planteamiento del problema con su estructura cognoscitiva» (Ausubel, 1976: 75-76), para buscar nuevas respuestas al problema que sean significativas para él. Además se propone la utilización de la entrevista piagetiana modificada y los mapas conceptuales, primero para diagnosticar los conocimientos pre-

vios del alumno y posteriormente para evaluar sus aprendizajes. Mención especial exige, dentro del aprendizaje significativo, la metodología que rodea el uso de los mapas conceptuales, que sigue en proceso de investigación (Novak y Cañas, 2006).

Los mapas conceptuales

Novak y Cañas (2006) proponen tres posibles metodologías para trabajar con los mapas conceptuales de las que se va a hacer uso conjunto:

- **Pregunta de enfoque**⁷: se puede empezar a desarrollar un tema en forma de mapa conceptual respondiendo a una «pregunta de enfoque» adecuada. Los mapas, por ello, pueden desarrollarse partiendo no sólo de temas, sino también de estas preguntas, que puedan facilitar el inicio y desarrollo de la elaboración del mapa. Para Novak y Cañas (2006) son el «punto de partida» del mapa. Además, según estos autores, contestar a la pregunta de enfoque «ayuda a los estudiantes a enfocarse en el mapa».
- **Estacionamiento**: consiste en proporcionar una lista de conceptos importantes al alumno para que los integre en el mapa conceptual que debe elaborar. Así, el maestro puede asegurarse de que todos los estudiantes incluyen esos conceptos en su mapa.
- **Mapas conceptuales esqueletos** contruidos por expertos: se trata de mapas básicos preparados por algún experto en el tema tratado, que contienen unos conceptos escogidos y que permiten tanto a estudiantes como a maestros construir su conocimiento sobre la base sólida que proporcionan. Pueden facilitar el aprendizaje, tal como demuestran O'Donnell et al. (2002).

Novak y Cañas (2006) proponen la combinación de dos de estos métodos. En

nuestro caso se ha previsto la combinación de los tres métodos. Para elaborar el mapa que se propone como actividad de la unidad didáctica resultante del proyecto de investigación, se parte de una pregunta de enfoque sobre el tema en cuestión. Además de la pregunta de enfoque, se entrega a los alumnos, como base para su trabajo, un mapa conceptual esqueleto, adaptado de uno realizado por un experto, en el que se deben integrar un grupo de conceptos estacionados seleccionados que el alumno debe situar y aprender. Este mapa inicial puede ser la base para buscar más información y aprender más sobre un tema (Carvalho et al., 2000) o sobre otros temas relacionados que el alumno considere de interés.

Así, de forma previa a la introducción al tema (Mena, 1999, Novak y Cañas, 2006), en la unidad didáctica se indica que se complete un mapa esqueleto con conceptos, al que hay que añadir otros cinco conceptos estacionados (Figura 5), para que sea expandido por el estudiante a un mapa que contenga al fin entre 12 y 20 conceptos (según Novak y Cañas, 2006, Molina, 1994: 337), con el objetivo de evaluar los conocimientos previos de los alumnos. El mapa conceptual esqueleto se completará de nuevo al final de la uni-

dad didáctica para evaluar los conocimientos adquiridos por el alumno durante el proceso de aprendizaje, al compararlo con el inicial, tal como proponen Vitale y Romance (2000) y Guruceaga (2001).

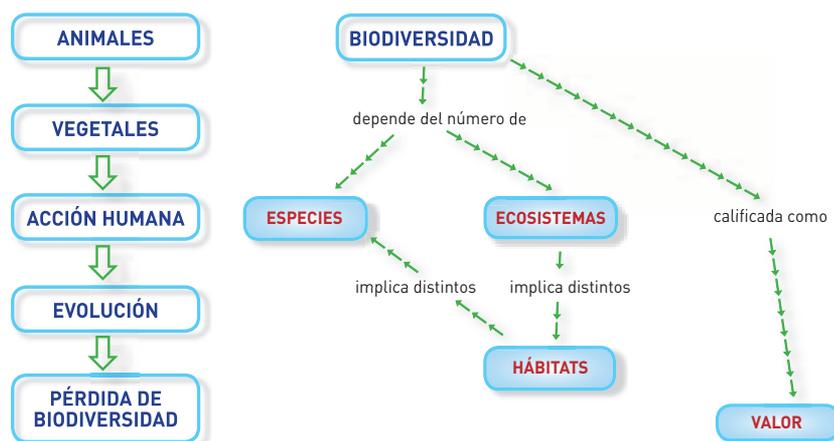
En resumen, las metodologías, principios y enfoques educativos vistos, obtenidos de diferentes marcos teóricos complementarios, se integran en una unidad didáctica que supone para el alumno un trabajo práctico de interés en el museo, y que le exige una búsqueda de información utilizando las NTIC's.

Planificación: fases de la unidad didáctica

La planificación de los objetivos, contenidos y metodologías de la unidad didáctica se ha adaptado de la propuesta por Zabala (1997: 58). Este autor considera aplicable su propuesta al área de ciencias de los últimos cursos de Educación Primaria. Zabala propone varias fases en la implementación de una unidad didáctica, planteada como un proceso de investigación para los alumnos. Las fases que propone

(7) Cabe considerar que la pregunta de enfoque pueda ser la misma pregunta de investigación que se propone en la webquest.

Figura 5. Mapa conceptual esqueleto para la unidad didáctica «Respeto y Biodiversidad».



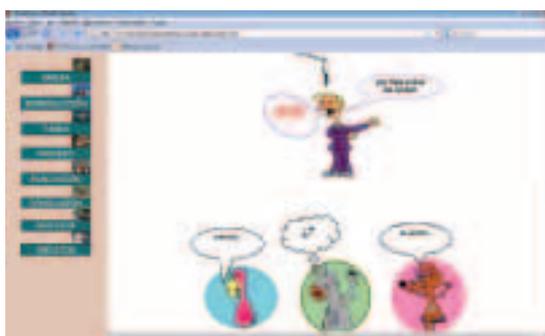


Figura 6. Webquest diseñada para la unidad didáctica «Respeto y Biodiversidad».

se coordinan bien con la metodología de «aprendizaje basado en actividades prácticas», que se concreta con la realización de una *webquest* (Figura 6) (Dodge, 2001), planteada para nuestro caso como un proyecto de trabajo de educación ambiental.

Las tres fases, precedidas, lógicamente, por el acuerdo de colaboración entre el centro educativo y el museo, son las siguientes (Tabla 4):

1. Centro educativo. Trabajo previo a la visita al museo.

- Presentación por parte del profesor o de la profesora de una situación problemática respecto a un tema.
- Planteamiento de problemas o cuestiones: según Zabala (1997: 96), «es indispensable que los chicos y chicas tengan la oportunidad de expresar sus propias ideas». Por eso se crea un espacio donde los alumnos dan respuestas intuitivas sobre cada uno de los problemas y situaciones planteadas.

2. Museo. Actividades en el museo.

- Explicación de respuestas intuitivas o suposiciones.
- Propuesta de las fuentes de información: los alumnos, ayudados por el profesor, proponen las fuentes de información más adecuadas.
- Búsqueda de información: se recogen datos, se seleccionan, clasifican y exponen. (Figura 7).

3. Centro educativo. Trabajo posterior a la visita al museo.

- Elaboración de las conclusiones.
- Generalización de las conclusiones y síntesis.
- Evaluación.

Para la evaluación del aprendizaje se prevé utilizar, entre otras metodologías,

Tabla 4. Clasificación de actividades por su tipología y temporalización. (Martínez y Martínez, 1995)

Unidad didáctica «Respeto y Biodiversidad»			
Actividad	Tipo de actividad	Duración (minutos)	Día de la semana
FASE 1			
A1. Bienvenido al mundo del respeto, ¿quieres participar?	Iniciación-motivación.	45	Lunes
A2. Te pido ayuda...¡pero con respeto!	Iniciación-motivación.	45	Lunes
A3. ¿Normas?, ¡para qué!	Iniciación-motivación.	45	Lunes
A4. Mi compromiso con las normas.	Iniciación-motivación.	15	Lunes
A5. ¿El mapa de la bio...qué?	Explicitación de conocimientos previos. Evaluación.	60	Martes
A6. Entrevista.	Explicitación de conocimientos previos. Evaluación.	60	Martes
A7. Los cuatro investigadores.	Ampliación. Desarrollo o aplicación de nuevas ideas.	45	Martes
FASE 2			
A8. ¡Ayúdame con la biodiversidad!	Ampliación. Desarrollo o aplicación de nuevas ideas.	15	Miércoles
A9. «Webquest: ¿Cómo resolverías tú que algunas especies de animales estén desapareciendo?»	Ampliación. Desarrollo o aplicación de nuevas ideas. Reestructuración de ideas.	150	Miércoles
A10. «Aprende lo que quieras».	Ampliación. Desarrollo o aplicación de nuevas ideas. Reestructuración de ideas.	60	Miércoles
FASE 3			
A11. «Puesta en común».	Ampliación. Desarrollo o aplicación de nuevas ideas. Reestructuración de ideas.	45	Jueves
A12. «Creación de un parque natural».	Ampliación. Desarrollo o aplicación de nuevas ideas. Reestructuración de ideas.	45	Jueves
A13. «Yo también tomo decisiones».	Desarrollo o aplicación de nuevas ideas.	45	Jueves
A14. «Mapa conceptual sobre biodiversidad».	Reestructuración de ideas.	120	Viernes
A15. «Otra vez la entrevista».	Revisión. Evaluación. Reestructuración de ideas.	60	Viernes
A16. «Ya hemos terminado. Gracias a todos».	Revisión. Evaluación. Reestructuración de ideas. Actividades de revisión.	30	Viernes

fundamentalmente los mapas conceptuales programados al inicio y al final de la unidad didáctica.

Conclusiones

■ En la concepción y realización del trabajo de investigación que ha dado lugar a este artículo se ha escogido un enfoque sintético más que analítico, buscando unificar lo más representativo de varias disciplinas para fundamentar y desarrollar una propuesta educativa. La síntesis realizada va más allá de un mero resumen o profundización en disci-

plinas particulares, ya que detecta contenidos y criterios comunes entre la educación ambiental, la educación en valores, el aprendizaje significativo, la museología y las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTIC's). Todos estos ámbitos de conocimiento poseen un potencial educativo claro y determinante que se refuerza al considerarlos en común. Su integración ha posibilitado el desarrollo y la justificación de un programa educativo concreto, que conserva la coherencia con los aspectos y criterios educativos que pro-

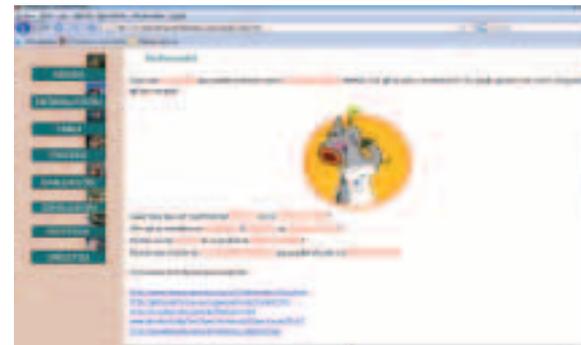


Figura 7. Propuesta de búsqueda de información en el museo. Webquest diseñada para la unidad didáctica «Respeto y Biodiversidad».

PARA SABER MÁS

- [1] ADELL, J., 2004. Internet en el aula: las *WebQuest*. *Eduotec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 17. <<http://edutec.rediris.es/Revelec2/revelec.htm>>, [Fecha de acceso: 05.06.2008].
- [2] ADELL, J. Y BERNABÉ, Y., 2007. *Software libre en educación*. En: CABERO, J. (coord.). CEJUDO, J.M. (ed). *Tecnología educativa*. McGraw-Hill, Aravaca (Madrid), pp 173-193.
- [3] AGUIRRE, M. Y VIVAS, Mª A., 2006. Mapas conceptuales y TICs una estrategia para el aprendizaje significativo de conceptos. Material del curso MemTIC: Mejora educativa con mediación TICs. <<http://aula.cevindalo.es/moodle/mod/resource/view.php?id=1030>>, [Fecha de acceso: 20.12.2007].
- [4] ALMAZÁN, L. Y ÁLVAREZ, Mª D., 2005. Nuevas tecnologías y nuevos públicos. *Museo. Revista de la Asociación Profesional de Museólogos de España. Los museos y las nuevas tecnologías*, 10, pp 163-171.
- [5] AUSUBEL, D.P., 1968. *Educational Psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart & Winston. New York. En GURUCEAGA, A., 2001. *Aprendizaje significativo y educación ambiental*. Tesis doctoral (Resumen en castellano). Universidad Pública de Navarra. Pamplona, pp 334.
- [6] AUSUBEL, D.P., 1976. *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Edi. Trillas, México. pp 769.
- [7] BALLESTER, A., 2002. El aprendizaje significativo en la práctica. Cómo hacer el aprendizaje significativo en el aula. <<http://www.cibereduca.com/aprendizaje/LLIBRO.pdf>>, [Fecha de acceso: 24.05.2006].
- [8] BARBA, C., 2002. La investigación en Internet con las *WebQuest*, *Comunicación y Pedagogía*, 2002, 185, pp. 62-66.
- [9] BELLIDO, Mª L., 2001. Arte, museos y nuevas tecnologías. *TREA*, Gijón, pp 341.
- [10] BELLIDO, A., 2005. Dentro de los museos entre lo virtual y lo real. *Museo. Revista de la Asociación Profesional de Museólogos de España. Los museos y las nuevas tecnologías*, 10, pp 191-199.
- [11] BOLÍVAR, A., 2004. La evaluación de valores y actitudes. Alauda-Anaya, Madrid, pp 216.
- [12] BOTTENTUIT, J.B., PEREIRA, C.M. Y STERNADT, D., 2006. *Desenvolvimento, Avaliação e Metodologia de Utilização para uma Webquest da Área de Ciências da Natureza*. Carvalho, Ana Amélia A. (org.). *Actas do Encontro sobre WebQuest*. Braga: CIEd. <<http://hdl.handle.net/1822/6451>>, [Fecha de acceso: 28.05.2008].
- [13] BRUMSTED, CH., 1990. The Degree of Student Engagement in Meaningful Learning Using Cooperative Learning and Student-Selected Subject Matter in Environmental Studies. Unpublished M.S. Thesis. Ithaca. Cornell University, Department of Education.
- [14] CABERO, J., 2002 a. El ciberespacio: el no lugar como lugar educativo. <<http://tecnologiaedu.us.es/revistaslibros/CIBER.htm>>, [Fecha de acceso: 20.01.2008].
- [15] CABERO, J., 2002 b. Las TICs: una conciencia global en la educación. En CEP de LORCA: Ticemur. *Jornadas Nacionales TIC y Educación*, Murcia, CEP de Lorca, 19-36. (ISBN ISBN 84-699-5028-2). <<http://tecnologiaedu.us.es/revistaslibros/tics.htm>>, [Fecha de acceso: 10.09.2008].
- [16] CABERO, J., 2007. Las nuevas tecnologías en la sociedad de la información. En: CABERO, J. (coord.). CEJUDO, J.M. (ed). *Nuevas tecnologías aplicadas a la educación*. McGraw-Hill, Madrid, pp 1-19.
- [17] CADUTO, M., 1992. *Guía para la enseñanza de valores ambientales*. (Serie de Educación Ambiental nº 13, del Programa Internacional de Educación Ambiental UNESCO-PNUMA). Libros de la Catarata. Madrid, pp 106.
- [18] CAÑAS, A. J., HILL, G., CARFF, R., SURI, N., LOTT, J. Y ESKRIDGE, T., et al., 2004. *CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment*. En: NOVAK, J.D. Y CAÑAS, A.J. 2004. *Construyendo sobre nuevas ideas constructivistas y la herramienta CmapTools para crear un nuevo modelo educativo*. Institute for Human and Machine Cognition. <www.ihmc.us>. [Fecha de acceso: 23.04.2008].
- [19] CENEAM, 1999. *El Libro Blanco de la educación ambiental en España*. Ministerio de Medio Ambiente. <http://www.programaagua.com/portal/secciones/formacion_educacion/recursos/rec_documento/index.htm>, [Fecha de acceso: 31.07.2008].
- [20] COLL, C., 1987. *Psicología y currículum. Una aproximación psicopedagógica al currículum escolar*. Laia, Barcelona, pp 174.
- [21] CORREA, J.M. E IBÁÑEZ, A., 2005. *Museos, tecnología e innovación educativa: aprendizaje de patrimonio y arqueología en territorio Menosca*. *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, Vol. 3, No. 1 <http://www.ice.deusto.es/rinace/reice/vol3n1_e/Correalbañez.pdf>, [Fecha de acceso: 28.05.2008].
- [22] CHACÓN, A., 2007. La tecnología educativa en el marco de la didáctica. En: ORTEGA, J. A. Y CHACÓN, A. (coord.). *Nuevas tecnologías para la educación en la era digital*. Pirámide, Madrid, pp 25-42.
- [23] DODGE, B.J., 2001. *Focus: Five Rules for Writing a Great Webquest*. *Learning & Leading with technology*. Revista periódica de ISTE (Sociedad Internacional para la Tecnología en Educación), 28, En: <<http://www.educacionenva>

porciona cada ámbito por separado. En resumen, este artículo recoge el carácter novedoso de la investigación que le ha dado origen, por la conjunción realizada, teórica y práctica, conceptual y aplicada, de los ámbitos de conocimiento mencionados que estudia.

- El entorno social es cambiante. En consecuencia, la programación educativa debe innovar para adaptarse constantemente a él. A la vez, el diseño de programas educativos innovadores necesita partir de conocimientos ya contrastados, que justifiquen suficientemente

cualquier propuesta educativa. La tarea de síntesis teórica y práctica realizada de las disciplinas estudiadas genera una nueva base conceptual innovadora y coherente, que permite el diseño de múltiples programas educativos cambiantes. El programa concreto presentado en este artículo se considera un primer paso de entre los posibles, que abre las puertas a los que pueden concretarse en el futuro sobre la misma base investigadora, incluso partiendo de recursos educativos distintos al Museo de Ciencias de la Universidad de Navarra. ♦

AUTORES

Fernando Echarri Iribarren. 42 años (24.11.65). Licenciado en Biología por la Universidad de Navarra. Trabaja en el terreno educativo desde 1997, en la Granja escuela Ilundáin, un equipamiento de educación ambiental. Profesor asociado de la Universidad de Navarra en 2004 de las asignaturas Ecología e Impacto Ambiental. La Universidad de Navarra es el organismo para el que he realizado este trabajo. Este artículo es un resumen del que va a presentarse como tesis doctoral.

Jordi Puig i Bager. 41 años (05.08.1967). Licenciado en Ciencias (Biología) por la Universidad de Navarra. Doctor en Biología por la Universidad Politécnica de Madrid. Profesor de Evaluación de Impacto Ambiental del Departamento de Zoología de la Universidad de Navarra desde 1996. Ha sido profesor visitante de la University of California, Berkeley, EEUU (2002-2003), y de la University of Manchester, Reino Unido (2004).

- lores.org/article.php3?id_article=283>, [Fecha de acceso: 05.06.08].
- [24] GARZO, A., 2004. Las *WebQuest*. Aplicaciones didácticas. *Quaderns Digitals*, 33. <http://www.quadernsdigitals.net/index.php?accionMenu=hemeroteca.VisualizaArticuloU.visualiza&articulo_id=7361>, [Fecha de acceso: 31.07.08].
- [25] GERVILLA, A. 1997. Estrategias didácticas para educar en valores. Dykinson, Málaga, pp 197.
- [26] GONZÁLEZ, M., 2000. Hacia un sistema de valores básicos compartidos en el PEC. En: ROVIRA, M. (selección de textos), Valores y temas transversales en el currículum. Laboratorio educativo, y GRAO, Barcelona, pp 43-62.
- [27] GONZÁLEZ, M., 2007. Las TICs como factor de innovación y mejora de la calidad de la enseñanza. En: CABERO, J. (coord.). CEJUDO, J.M. (ed). Tecnología educativa. McGraw-Hill, Aravaca (Madrid), pp 219-232.
- [28] GONZÁLEZ, F.M. Y NOVAK, J. D., 1993. Aprendizaje significativo: técnicas y aplicaciones. Cincel, Madrid, pp 262.
- [29] GOWIN, D. B., 1981. *Educating*. Cornell University Press. Ithaca (New York), pp 210.
- [30] GURUCEAGA, A., 2001. Aprendizaje significativo y educación ambiental. Tesis doctoral (Resumen en castellano). Universidad Pública de Navarra, Pamplona, pp 334.
- [31] KLUCKHOHN, C., 1957. En CADUTO, M., 1992. Guía para la enseñanza de valores ambientales. (Serie de Educación Ambiental nº 13, del Programa Internacional de Educación Ambiental UNESCO-PNUMA). Libros de la Catarata. Madrid, pp 9.
- [32] LUCINI, F. G., 1994. Temas transversales y educación en valores. Alauda-Anaya, Madrid, pp 150.
- [33] MAYER, R. E., 2004. Psicología de la educación. Enseñar para un aprendizaje significativo. Pearson Educación, Madrid, pp 317.
- [34] MENA, B., 1999. Diseño curricular de aula. Teoría y técnica de la unidad didáctica. Anthena, Salamanca, pp 125.
- [35] NOVAK, J. D., 1978. A Theory of Education as a Basis for Environmental Education. En: BAKSHI, T. S. Y NAVEH, Z. (Eds). Environmental education, principles, methods and applications. Plenum Press, New York and London, pp 129-138.
- [36] NOVAK, J. D., 1998. Conocimiento y aprendizaje. Los mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para escuelas y empresas. Alianza Editorial, Madrid, pp 315.
- [37] NOVAK, J.D. Y CAÑAS, A.J. 2004. Construyendo sobre nuevas ideas constructivistas y la herramienta *CmapTools* para crear un nuevo modelo educativo. Institute for Human and Machine Cognition. <www.ihmc.us>. [Fecha de acceso: 23.04.2008].
- [38] NOVAK, J.D. Y CAÑAS, A.J., 2006. The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them, Technical Report IHMC CmapTools, Florida Institute for Human and Machine Cognition. <<http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>>, [Fecha de acceso: 04.07.2008].
- [39] NOVO, Mª., 2003. La educación ambiental. Bases éticas, conceptuales y metodológicas. UNESCO/Universitas, Madrid, pp 300.
- [40] NOVO, Mª., 2006. El desarrollo sostenible. Su dimensión ambiental y educativa. Pearson Educación, Madrid, pp 431. O'DONNELL, A., DANSEREAU, D., & HALL, R. H., 2002. Knowledge maps as scaffolds for cognitive processing. *Educational Psychology Review*, 14, 71-86. En: NOVAK, J.D. Y CAÑAS, A.J., 2006. The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them, Technical Report IHMC CmapTools, Florida Institute for Human and Machine Cognition. <<http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>>, [Fecha de acceso: 04.07.2008].
- [41] PIAGET, J. E INHELDER, B., 1980. Psicología del niño. Morata, Madrid, pp 172.
- [42] PORLÁN, R., 1993. Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación. Díada Editora, Sevilla, pp 194.
- [43] PORLÁN, R., JIMÉNEZ, Mª. P. Y BAUTISTA, A., 1992. Teoría y práctica del currículo. Curso de actualización científica y didáctica. Ciencias de la Naturaleza. Ministerio de Educación y Ciencia.
- [44] RAMÍREZ DE, M. M. Y SANABRIA, I., 2004. Concept Maps: Theory, Methodology, Technology Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping. A. J. CAÑAS, J. D. NOVAK, F. M. GONZÁLEZ. Pamplona. <<http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-086.pdf>>, [Fecha de acceso: 05.06.2006].
- [45] ROVIRA, C., 2005. El editor de mapas conceptuales DigiDocMap y la norma Topic Maps *[on line]*. «Hipertext.net», núm 3.ISSN 1695-5498. <<http://www.hipertext.net/web/pag261.htm#Mapas%20conceptuales%20versus%20Topic%20Maps>>, [Fecha de acceso: 23.04.2008].
- [46] SUREDA, J. Y COLOM, A. J., 1989. Pedagogía ambiental. CEAC, Barcelona, pp 243.
- [47] UNESCO, 1978. Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental. Tbilisi (URSS), 1977. Informe final. Doc. ED-MD.49. UNESCO. París. En NOVO, Mª., 2003. La educación ambiental. Bases éticas, conceptuales y metodológicas. UNESCO/Universitas, Madrid, pp 289.
- [48] ZABALA, A., 1997. La práctica educativa. Cómo enseñar. Graó, Barcelona, pp 233.